Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 22.10.2026 10:02:05
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
подписано ЭЦП Гайсин Ф.Р.
(подпись, инициалы, фамилия)

«26» 02 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы решения задач математической физики

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа магистратуры
01.04.02 Прикладная математика и информатика

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Направленность (профиль) "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"

наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения
очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 Прикладная математика и информатика профиль Направленность (профиль) "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ", одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

Зав.кафедрой кафедры высшей математики и физики *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Чудинов В.В.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Латыпов И.И.
Руководитель образовательной программы	*подписано ЭЦП*	Бигаева Л.А.

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование знаний, умений и навыков в области современной теории численных методов решения широких классов задач математической физики, возникающих как в теории, так и непосредственно в физике, механике и технологических процессах.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1. Использует результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области своих профессиональных интересов.
		ОПК-2.2. Реализует и совершенствует новые методы, решения прикладных задач в области профессиональной деятельности.
		ОПК-2.3. Проводит качественный и количественный анализ полученного решения с целью построения оптимального варианта.
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Формулирует цели моделирования при решении прикладных задач профессиональной деятельности.
		ОПК-3.2. Разрабатывает математические модели при решении прикладных задач в области профессиональной деятельности
		ОПК-3.3. Анализирует математические модели при решении прикладных задач профессиональной деятельности

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	144	2 семестр - 144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	34	2 семестр - 34
в том числе:		
лекции	12	2 семестр - 12
лабораторные занятия	22	2 семестр - 22
практические занятия	0	
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0	
консультации	0	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	110	2 семестр - 110
Из них:		
контроль	0	
ФКР:		
зачет	0.2	2 семестр - 1
зачет с оценкой	0	
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	0	

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности				Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	Лаб, час.	Зч, час.	СРС, час.	
1 курс / 2 семестр						
1	Основы математического моделирования Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Математическое моделирование процессов, описываемых уравнениями математической физики (УМФ). Постановки математических моделей.	2			25	Тестирование
2	Математическое моделирование физических процессов. Стационарные и нестационарные физические процессы, протекающие в однородных и неоднородных средах, изотропных и анизотропных средах, при наличии (либо отсутствии) внутренних источников; линейные и нелинейные модели; математические модели физических процессов, описываемых УМФ с разрывными данными и решениями. Уравнения эллиптического, параболического и гиперболического типов. Исследование	4	8		30	Тестирование, Лабораторная работа

	математических моделей. Метод подобия. Принцип максимума. Теоремы сравнения, метод осреднения.Математические постановки основных краевых задач для уравнений эллиптического типа, начально-краевых задач для уравнений параболического и гиперболического типов. Корректно и некорректно поставленные задачи для УМФ.					
3	Разностные методы решения УМФ. Дискретные модели. Теория разностных схем. Основные понятия теории разностных схем. Сетки и сеточные функции. Аппроксимация. Погрешность аппроксимации. Корректность разностной схемы. Сходимость разностной схемы. Разностные схемы как опера-торные уравнения в пространствах сеточных функций. Разностный принцип максимума.Разностные уравнения. Разностные уравнения второго порядка. Задача Коши. Краевые задачи. Задачи описываемые КЗ уравнений в частных производных. Сеточные методы.	4	10		25	Лабораторная работа, Тестирование
4	Разностные схемы основных краевых задач. Разностные схемы основных краевых задач для эллиптических, параболических и гиперболических уравнений.Прямые и итерационные методы решения сеточных уравнений.	2	4		29.8	Лабораторная работа, Тестирование
5	Зачет			1	0.2	
Итого по 1 курсу 2 семестру		12	22	1	110	
Итого по дисциплине		12	22	1	110	

Таблица 4 – Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Объем, час.

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Фрагмент теста по курсу «Компьютерное моделирование»

Введение. Вычислительная математика. Математическая модель.
Численные методы. Источники погрешностей. Полная погрешность решения задачи.
Приближенное решение задачи, корректность и устойчивость.

1. Чем вызвана, что в результате применения численного метода могут быть получены не точные, а приближенные значения искомой функции, даже если все предписанные методом вычисления проделаны абсолютно точно?
    1. Погрешностью метода.
    2. Не устранимой погрешностью.
    3. Погрешностью округления.
    4. Неточностью модели и погрешностью исходных данных.
2. Перечислите условия при которых задача называется корректно поставленной.
    1. Существование решения.
    2. Единственность решения.
    3. Устойчивость.
    4. Точное задание начальных данных.
3. Если задача имеет единственное решение, непрерывно зависящее от начальных и граничных условий, то она является …
    1. вполне непрерывной;
    2. неопределенной;
    3. корректной;
    4. некорректной.
4. Чем вызвана, что математическая модель исследуемого объекта не может учитывать все без исключения явления, влияющие на состояние объекта?
    1. Погрешностью метода.
    2. Не устранимой погрешностью.
    3. Погрешностью округления.
    4. Неточностью численного метода и погрешностью исходных данных.
5. Как называются погрешности вызванные тем, что любые арифметические операции над числами производятся при наличии ограниченного количества используемых для записи чисел разрядов позиционной системы исчисления?
    1. Погрешностью метода.
    2. Не устранимой погрешностью.
    3. Погрешностью округления.

4. Неточностью численного метода и погрешностью исходных данных.

6. При нарушении каких условий задача становится некорректной.
    1. Существование решения.
    2. Единственность решения.
    3. Устойчивость.
    4. Точное задание начальных данных.
    5. Адекватность модели реальной задаче.
7. Полная погрешность задачи включает
    1. погрешность модели;
    2. погрешность метода;
    3. грубые ошибки;
    4. мелкие погрешности;
    5. Вычислительные погрешности.
8. Для любой задачи можно найти приближенное решение, если она ….
    1. корректна:
    2. некорректна;
    3. устойчива;
    4. использует точные исходные данные.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.
Критерии оценки (в баллах*)*:
- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Лабораторная работа

Тематика лабораторных работ
Форма отчёта:

1. Постановка задач. Краткая теория (метод решения). Геометрическая интерпретация.
2. Алгоритм решения поставленной задачи. (Блок-схема).
3. Текст программы.
4. Тестовый пример.
5. Численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата. Протокол работы программы.
6. Анализ полученного результата.

Пояснения к отдельным пунктам отчета.
Постановка задачи включает краткую математическую формулировку задачи с пояснением отдельных моментов, а также необходимые графики и/или рисунки. Должны быть приведены основные моменты применяемых методов.
Алгоритм решения задачи может быть оформлен или в виде блок-схемы, или в словесной форме. Допускается описание алгоритма осмысленными частями (блоками).
Текст программы численного решения задачи должен быть написан на предлагаемом языке программирования, который может быть изменен по согласованию с преподавателем данного курса.

Под тестовым примером или тестом понимается задача (аналогичная по постановке искомой задаче) у которой известно точное решение, что позволяет сравнить численные результаты (приближенное и точное решения) и оценить допускаемую погрешность. По результатам тестирования должен быть сделан вывод.
Протокол работы программы должен включать результаты как по тестовому примеру, так и численного расчета искомой задачи. Результаты численных расчетов должны быть оформлены по всем правилам записи приближенных чисел т.е. запись приближенного решения только с верными значащими цифрами и допускаемой погрешностью.
Анализ численных результатов должен дать ответ на вопрос, соответствуют ли полученные результаты искомому решению поставленной задачи.

Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1.
Тема: Приближенное решение задачи Коши для ОДУ первого порядка.
Лабораторная работа № 2.
Тема: Приближенное решение задачи Коши для системы ОДУ первого порядка.
Лабораторная работа № 3.
Тема: Приближенное решение задачи Коши для ОДУ второго порядка.
Лабораторная работа № 4.
Тема: Решение краевой задачи для ОДУ методом коллокации.
Лабораторная работа № 5.
Тема: Решение краевой задачи для ОДУ методом наименьших квадратов.
Лабораторная работа № 6.
Тема: Приближенное решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольной области.
Лабораторная работа № 7.
Тема: Приближенное решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в произвольной области.
Лабораторная работа № 8.
Тема: Приближенное решение краевой задачи для дифференциального уравнения параболического типа.
Лабораторная работа № 9.
Тема: Приближенное решение краевой задачи для дифференциального уравнения гиперболического типа.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Описание методики оценивания выполнения лабораторной работы: оценка (баллы) за выполнение лабораторной работы ставится на основе оценивания трудоемкости выполняемых действий, оценки достижения поставленной цели и правильности выполнения отдельных пунктов (шагов) лабораторной работы. Оцениваемые пункты (шаги, виды деятельности) при выполнении лабораторной работы определяются в соответствии с формой отчета по лабораторной работе. Оценка (баллы) за лабораторную работу складыевается как сумма оценок (баллов) по каждому виду деятельности.
Суммарная оценка (балл) выполнения лабораторных работ складывается из суммы оценок (баллов) по каждой лабораторной работе.

Форма отчёта:

1. Постановка задач. Краткая теория (метод решения). Геометрическая интерпретация.
2. Алгоритм решения поставленной задачи. (Блок-схема).
3. Текст программы.
4. Тестовый пример.
5. Численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата. Протокол работы программы.
6. Анализ полученного результата.

Пояснения к отдельным пунктам отчета.

Постановка задачи включает краткую математическую формулировку задачи с пояснением отдельных моментов, а также необходимые графики и/или рисунки. Должны быть приведены основные моменты применяемых методов.
Алгоритм решения задачи может быть оформлен или в виде блок-схемы, или в словесной форме. Допускается описание алгоритма осмысленными частями (блоками).
Текст программы численного решения задачи должен быть написан на предлагаемом языке программирования, который может быть изменен по согласованию с преподавателем данного курса (например, это может быть команды или операции пакета прикладных программ).
Под тестовым примером или тестом понимается задача (аналогичная по постановке искомой задаче) у которой известно точное решение, что позволяет сравнить численные результаты (приближенное и точное решения) и оценить допускаемую погрешность. По результатам тестирования должен быть сделан вывод.
Протокол работы программы должен включать результаты как по тестовому примеру, так и численного расчета искомой задачи. Результаты численных расчетов должны быть оформлены по всем правилам записи приближенных чисел, т.е. запись приближенного решения только с верными значащими цифрами и допускаемой погрешностью.
Анализ численных результатов должен дать ответ на вопрос, соответствуют ли полученные результаты искомому решению поставленной задачи и почему.
Например. Общая трудоемкость лабораторной работы оценивается в **15** баллов, которая складывается из оценок по видам деятельности

1. Постановка задач. Краткая теория (метод решения). Геометрическая интерпретация. (**3** балла)
2. Алгоритм решения поставленной задачи. (Блок-схема). (**2** балла)
3. Текст программы. (**2** балла)
4. Тестовый пример. (**3** балла)
5. Численный расчёт по данным исходной задачи с оценкой погрешности результата. Протокол работы программы. (**3** балла)
6. Анализ полученного результата. (**2** балла)

Если лабораторных работ всего пять с оценками: 15, 12, 12, 10, 11, то всего баллов по лабораторным работам составляет: 60.

Зачет

Зачет является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Примерные вопросы к зачету, 1 курс / 2 семестр

1. Математическая модель. Этапы моделирования.
2. Применимость математической модели и погрешность. Обусловленность систем линейных алгебраических уравнений.
3. Свойства обусловленности.
4. Корректность постановки задачи. Примеры корректных и некорректных задач.
5. Компьютерное моделирование. Численный эксперимент.
6. Математическое моделирование физических процессов. Стационарные процессы. Постановка краевых задач (на примере уравнения Пуассона).
7. Математическое моделирование физических процессов. Нестационарные процес-сы. Уравнения параболического и гиперболического типов.
8. Основные понятия теории разностных схем. Сетки и сеточные функции. Разност-ная аппроксимация простейших дифференциальных операторов. Погрешность ап-проксимации на сетке.
9. Постановка разностной задачи. О сходимости и точности схем. Аппроксимация краевых и начальных условий. Устойчивых и неустойчивых разностных схем. Корректность разностной задачи.

10. Разностные уравнения. Разностные уравнения второго порядка. Задача Коши.
11. Краевые задачи. Метод прогонки.
12. Потоковый вариант метода прогонки. Матричная и циклическая прогонка.
13. Краевые задачи для ОДУ. Общая постановка краевой задачи. Линейная краевая за-дача.
14. Редукция к задаче Коши краевой задачи для линейного дифференциального урав-нения второго порядка.
15. Метод конечных разностей при решении краевой задачи для линейного уравнения второго порядка.
16. Метод коллокации. Решение краевой задачи линейного дифференциального урав-нения второго порядка.
17. Метод наименьших квадратов. Решение краевой задачи линейного дифференци-ального уравнения второго порядка.
18. Метод Галеркина. Решение краевой задачи линейного дифференциального уравне-ния второго порядка.
19. Решение разностных уравнений методом прогонки. Потоковый вариант метода прогонки для разностных задач с сильно меняющимися коэффициентами.
20. Матричная прогонка. Циклическая прогонка
21. Разностные схемы для уравнении с постоянными коэффициентами. Уравнение теплопроводности с постоянными коэффициентами. Постановка задачи. Шаблоны. Погрешность аппроксимации.
22. Устойчивость по начальным данным. Устойчивость по правой части. Сходимость и точность.
23. Метод энергетических неравенств. Краевые условия третьего рода.
24. Многослойные схемы для уравнения теплопроводности.
25. Разностные схемы для уравнения колебаний струны. Постановка разностной задачи и вычисление погрешности аппроксимации.
26. Устойчивости разностный схемы для уравнения колебаний струны. Метод энерге-тических неравенств.
27. Однородные схемы для стационарного уравнения с переменными коэффи-циентами. Постановка задачи. Трехточечные схемы.
28. Интегро-интерполяционный метод (метод баланса) построения однородных раз-ностных схем.
29. Однородные консервативные схемы. Исходный класс консервативных схем. Шаб-лонные функционалы. Разностная функция Грина. Априорные оценки.
30. Погрешность аппроксимации в классе непрерывных коэффициентов. Погрешность аппроксимации в классе разрывных коэффициентов. О сходимости и точности.
31. Однородные разностные схемы на неравномерных сетках. Точная схема. Схема любого порядка точности.
32. Монотонные схемы для уравнения общего вида. Третья краевая задача.
33. Коэффициентная устойчивость разностных схем.
34. Однородные схемы для уравнения в цилиндрической и сферической системах ко-ординат.
35. Задача с условиями периодичности. Разностная задача Штурма — Лиувилля. По-становка задачи и основные свойства.
36. Разностная задача Штурма — Лиувилля. Оценка скорости сходимости.
37. Однородные разностные схемы для уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами.Однородные разностные схемы. Погрешность аппроксимации.
38. Погрешность аппроксимации в классе разрывных коэффициентов. Устойчивость и априорные оценки. Сходимость и точность.
39. Однородные схемы на неравномерных сетках. Монотонные схемы для параболиче-ских уравнений общего вида.
40. Цилиндрически- и сферически-симметричные задачи теплопроводности.
41. Третья краевая задача. Периодическая задача. Квазилинейные уравнения.

42. Однородные разностные схемы для уравнений гиперболического типа. Однород-ные разностные схемы. Погрешность аппроксимации. Устойчивость и сходимость.
43. Разностные схемы для уравнении эллиптического типа. Разностная задача Дирихле для уравнения Пуассона. Разностная аппроксимация оператора Лапласа.
44. Разностная задача Дирихле в прямоугольнике. Разностная задача Дирихле в обла-сти сложной формы. Запись разностного уравнения в канонической форме.
45. Принцип максимума. Оценка решения неоднородного уравнения. Оценка решения разностной задачи Дирихле. Равномерная сходимость и порядок точности разност-ной задачи Дирихле.
46. Схема повышенного порядка точности для уравнения Пуассона. Разностный оператор Лапласа в прямоугольной области.
47. Оператор Лапласа в области, составленной из прямоугольников.
48. Операторы с переменными коэффициентами.
49. Оператор со смешанной производной. Схема повышенного порядка точности для эллиптического уравнения со смешанными производными.
50. Разностные схемы как операторные уравнения в абстрактных пространствах. Устойчивость разностной схемы. Сходимость и аппроксимация. Некоторые апри-орные оценки. Коэффициентная устойчивость уравнений первого рода.
51. Каноническая форма двухслойных схем. Канонические формы трехслойных схем.
52. Понятие устойчивости. Достаточные условия устойчивости двухслойных схем в линейных нормированных пространствах.
53. Теория устойчивости разностных схем. Классы устойчивых двухслойных схем. Постановка задачи.
54. Исходное семейство схем. Энергетическое тождество. Устойчивость по начальным данным в НА . Устойчивость по начальным данным в Нв.
55. Необходимые и достаточные условия устойчивости по начальным данным.
56. Устойчивость по правой части. Устойчивость схемы с весами.
57. Априорные оценки в случае переменного оператора.
58. Классы устойчивых трехслойных схем. Постановка задачи. Основное энергетиче-ское тождество.
59. Устойчивость по начальным данным. Устойчивость по правой части.
60. Схемы с переменными операторами.
61. Схема с весами. Априорные оценки.
62. О регуляризации разностных схем.
63. Вариационная постановка краевой задачи. Метод Ритца.
64. Проекционная постановка краевой задачи. Метод Галеркина.
65. Метод конечных элементов.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания зачета

Зачет выставляется по рейтингу, в зависимости от эффективности работы в процессе изучения дисциплины, что определяется количеством набранных баллов за все виды заданий текущего и рубежного контролязачтено – от 60 до 110 балловне зачтено – от 0 до 59 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:

2 семестр - зачет.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов.

Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная учебная литература

1. Сабитов, К. Б. Уравнения математической физики : учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" / К. Б. Сабитов .— Москва : Высшая школа, 2013 .— 352 с.
2. Дифференциальные уравнения математической физики и методы их решения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Жибер, Г. З. Мухаметова, Н. А. Сидельникова ; БашГУ .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2010 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/ZhiberDifUravnMetemFiziki.pdf>.
3. Кудряшов, С.Н. Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики» : учебное пособие / С.Н. Кудряшов, Т.Н. Радченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет", Факультет математики, механики и компьютерных наук. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 308 с. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241103.

5.2. Дополнительная учебная литература

1. . Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : практикум по решению задач : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлениям подготовки 140400 - "Техническая физика" и 150300 - "Прикладная механика"] / В.М. Емельянов, Е.А. Рыбакина .— СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008 .— 212, [1] с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Библиогр. в конце кн. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" .— ISBN 978-5-8114-0863-4 . — <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=140>.
2. . Численные методы : учеб. пособ. для студ. физ.-мат. спец. вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова .— 7-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019 .— 636 с. — (Классический университетский учебник) .— Посвящ. 250-летию Московского университета .— Библиогр.: с. 624 .— Предм. указ. : с. 629 .— ISBN 978-5-9963-0449-3 : 484 р. 00 к.
3. Алгазин С. Д.. Численные алгоритмы классической математической физики: учебное пособие [Электронный ресурс] / Москва: Диалог - МИФИ, 2010. -240с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=135962

5.3. Другие учебно-методические материалы

Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», находящихся в свободном доступе

1. http://www.techlibrary.ru/
2. http://lib.mexmat.ru/catalogue.php
3. http://nehudlit.ru/books/subcat259.html

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://elibrary.ru/.

2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

Программное обеспечение

1. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
2. Математический пакет Scalib - Бесплатная лицензия https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software
3. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
4. Математический пакет Maxima - Бесплатная лицензия http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html
5. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
6. Software Ideas Modeler - Бесплатная лицензия https://www.softwareideas.net/Download/797/Software-Ideas-Modeler-11-95--32-bit-Setup
7. Pascalabc, PascalABC.NET - Бесплатная лицензия https://pascal-abc.ru, http://pascalabc.net
8. Среда моделирования Aris Express - Бесплатная лицензия https://www.ariscommunity.com/aris-express/how-to-start
9. Система компьютерного набора текстов LaTex - Бесплатная лицензия LPPL-версия 1.3 с https://www.latex-project.org/lppl/
10. Система дистанционного обучения Moodle - Бесплатная лицензия http://www.gnu.org/licenses/gpl.html

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 231(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, коммутатор, компьютер, мебель. Программное обеспечение

		1. Математический пакет Scalib 2. Математический пакет Maxima 3. LIBREOFFICE 4. Software Ideas Modeler 5. Pascalabc, PascalABC.NET 6. Среда моделирования Aris Express 7. Система компьютерного набора текстов LaTex 8. Система дистанционного обучения Moodle
Аудитория 302(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, компьютер, мебель, проектор, усилитель. Программное обеспечение 1. Операционная система Astra Linux 2. Браузер Google Chrome 3. LIBREOFFICE
Аудитория 311 а(ФМ)	Для хранения оборудования	Мебель, учебно-методическая литература. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Браузер Google Chrome
Аудитория 420(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель, нетбук, принтер, сканер mustek. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Читальный зал(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель, учебно-методические материалы. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux